

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-267295

(43)Date of publication of application : 28.09.2001

bad date
9/01

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

B01J 19/08

C23C 16/509

H01L 21/205

H05H 1/46

(21)Application number : 2000-074261

(71)Applicant : ANELVA CORP

(22)Date of filing : 16.03.2000

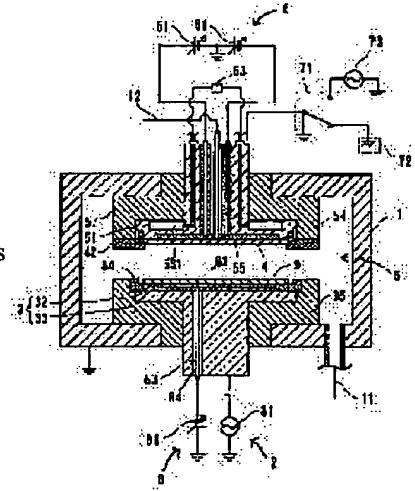
(72)Inventor : SAGO YASUMI

(54) PLASMA TREATMENT SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make the surface temperature of an electrode plate uniform and prevent an accident of damage on the electrode plate.

SOLUTION: An electrode holder 5 for holding an electrode plate 4 that faces a substrate 9 held by a substrate holder 3 is provided in a treatment vessel 1. The electrode plate 4 is attracted electrostatically with an electrostatic attraction mechanism 6 in a removable state. In this case the electrode plate 4 on the electrode holder 5 can be attached or removed mechanically by a mounting member 51. The electrode plate 4 is made of a material with resistivity of $1.0 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ or below, so the electric field becomes more vertical at an interface and the electrostatic attractive force functions effectively. The electrode plate 4 is cooled through the electrode holder 5 by a cooling mechanism 53.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

PAT-NO: JP02001267295A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001267295 A

TITLE: PLASMA TREATMENT SYSTEM

PUBN-DATE: September 28, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SAGO, YASUMI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ANELVA CORP	N/A

APPL-NO: JP2000074261

APPL-DATE: March 16, 2000

INT-CL (IPC): H01L021/3065, B01J019/08 , C23C016/509 ,
H01L021/205
, H05H001/46

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make the surface temperature of
an electrode plate
uniform and prevent an accident of damage on the electrode plate.

SOLUTION: An electrode holder 5 for holding an electrode plate 4 that faces a substrate 9 held by a substrate holder 3 is provided in a treatment vessel 1. The electrode plate 4 is attracted electrostatically with an electrostatic attraction mechanism 6 in a removable state. In this case the electrode plate 4 on the electrode holder 5 can be attached or removed mechanically by a mounting member 51. The electrode plate 4 is made of a material with resistivity of 1.0

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the transverse-plane cross-section schematic diagram having shown the composition of the first of the plasma treatment equipment of the gestalt of operation of the invention in this application.

[Drawing 2] Drawing 2 is the transverse-plane cross-section schematic diagram showing the important section of the plasma treatment equipment shown in drawing 1.

[Drawing 3] An electrode board is the ** type view showing the state where the electrode holder was adsorbed, (1) shows the case where the electrode board is formed with the material of 1.0×10^{10} or more ohm-cm of resistivity, and (2) is drawing showing the case where the electrode board is formed with the material of 1.0×10^{10} or less ohm-cm of resistivity.

[Drawing 4] It is drawing showing the temperature change of an electrode board, and (1) shows the temperature change of the electrode board in conventional equipment, and (2) shows the temperature change of the electrode board in the equipment of this operation gestalt.

[Drawing 5] It is the transverse-plane cross-section schematic diagram showing the composition of the important section of the plasma treatment equipment of the second operation gestalt.

[Drawing 6] It is the transverse-plane cross-section schematic diagram showing the composition of the important section of the plasma treatment equipment of the third operation gestalt.

[Drawing 7] It is the transverse-plane cross-section schematic diagram showing the plasma etching system as an example of conventional plasma treatment equipment.

[Description of Notations]

1 Processing Container

11 Exhaust Air System

12 Process Gas Introduction System

3 Substrate Electrode Holder

31 RF Generator

34 Amendment Ring

4 Electrode Board

41 Gas Blowdown -- Hole

5 Electrode Holder

51 Fixture

53 Cooler Style

531 Cavity

54 Main Part of Electrode Holder

55 Dielectric Block

6 Electrostatic Adsorption Mechanism

61 Power Supply for Adsorption

62 Insulating Tube

63 Induction Material

64 Adsorption Electrode

8 Substrate Adsorption Mechanism

81 Substrate Adsorption Power Supply

82 Substrate Fixing Disc

9 Substrate

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the plasma treatment equipment which performs predetermined processing to the front face of a substrate using plasma.

[0002]

[Description of the Prior Art] Performing predetermined processing to the front face of a substrate is briskly performed in manufacture of various semiconductor devices including DRAM (Dynamic Random Access Memory), a liquid crystal display, etc. In such substrate processing, plasma is generated in a processing container and there is plasma treatment equipment which performs predetermined processing about the front face of a substrate by operation of plasma. For example, in etching processing of the front face which used the resist pattern as the mask, many plasma etching systems which etch using an operation of the ion and active species which are generated in plasma are used. According to this kind of equipment, in order to process a substrate in a vacuum, there is little corruption of a substrate and there is a merit which can form a detailed pattern easily.

[0003] Using drawing 7, about conventional plasma treatment equipment, a plasma etching system is made into an example and explained. Drawing 7 is the transverse-plane cross-section schematic diagram showing the plasma etching system as an example of conventional plasma treatment equipment. The processing container 1 with which, as for the equipment shown in drawing 7, etching is made to the front face of a substrate 9 inside, The exhaust air system 11 which exhausts the inside of the processing container 1, and the process gas introduction system 12 which introduces predetermined process gas in the processing container 1, The plasma means forming 2 which gives energy to process gas and forms plasma in the processing container 1, It has the electrode board 4 formed so that the position in the processing container 1 with which an operation of plasma *****s might be countered with the substrate electrode holder 3 holding a substrate 9, and the substrate electrode holder 3, and the electrode holder 5 holding the electrode board 4.

[0004] With the equipment shown in drawing 7, plasma is formed by the high frequency discharge. Specifically, the plasma means forming 2 is the RF generator connected to the substrate electrode holder 3. The substrate electrode holder 3 is formed with the metal, lays a substrate 9 in a substrate maintenance side on top, and holds it. Moreover, the electrode board 4 maintained by grounding potential is formed so that perpendicular electric field may arise to the substrate 9 held at the substrate electrode holder 3. The electrode board 4 is a disk-like member, and it is attached in the front face of an electrode holder 5 so that it may face each other in parallel with the substrate 9 held at the substrate electrode holder 3. An electrode holder 5 is metal and is grounded electrically.

[0005] The electrode board 4 is formed with the material deleted like etching of the front face of a substrate 9, for example, is single crystal silicon. When it is not the material deleted similarly, a product deposits on the front face of this electrode board 4, and there is a possibility of falling on a substrate 9. The electrode board 4 is attached by the fixture 51 which attaches this electrode board 4 in an electrode holder 5 mechanically. As for the electrode board 4, several places for a periphery are attached in the electrode holder 5 by the fixture 51. The electrode board 4 is exchangeable by attaching by the fixture 51. A fixture 51 is a screw.

[0006] By receiving the heat from plasma, temperature rises gradually and the electrode board 4 has a possibility of receiving heat damage. Moreover, since the electrode board 4 and a substrate 9 counter and it is prepared, the temperature of a substrate 9 will also rise by the thermal radiation of the electrode board 4. Since it is such, the cooler style 53 which cools the electrode board 4 and is controlled to predetermined temperature is formed in the electrode holder 5. The cooler style 53 circulates a refrigerant in the cavity 531 formed in the interior of an electrode holder 5.

[0007] With the equipment shown in drawing 7, the cooler style 53 prepared in the electrode holder 5 has operated beforehand. If a substrate 9 is carried in in the processing container 1, is laid in the substrate maintenance side of the substrate electrode holder 3 and is held according to the conveyance mechanism in which it does not illustrate, the process gas introduction system 12 will operate and process gas will be introduced in the processing container 1 by the predetermined flow rate. The plasma means forming 2 operates in this state. That is, RF generator 31 operates, a high frequency discharge arises in process gas, and plasma is formed. In plasma, the radical of process gas is generated and a reaction with this radical *****s [the front face of a substrate 9]. Although temperature rises with the heat of plasma, the electrode board 4 is cooled through a sheet 52 from an electrode holder 5, when the cooler style 53 is operating.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the above-mentioned conventional equipment, since the portion attached by the fixture 51 has stuck the electrode board 4 from the electrode holder 5 compared with other portions, heat transfer efficiency becomes good and it is efficiently cooled by the cooler style 53. For this reason, the temperature of this portion becomes low compared with other portions. That is, the temperature in the front face of the electrode board 4 becomes uneven. Although the substrate 9 which countered the electrode board 4 and was prepared receives thermal radiation from the electrode board 4 and temperature rises, the temperature of the front face of a substrate 9 also becomes uneven according to the temperature of the electrode board 4 being uneven. Consequently, a difference arises also in etching of the front face of a substrate 9, and it is made unevenly.

[0009] When it explains more concretely, etching by plasma is a reaction which competes with the film deposition by the chemical species in plasma. Since the operation of ion of etching is main, although it is not so much dependent on temperature, since film deposition has the main operation of a neutral polymerization kind or active species, its temperature dependence is high. Therefore, in the place where the temperature of the electrode board 4 is high, film deposition to the electrode board 4 does not progress, but as the result, a neutral kind accumulates on a substrate 9, etching is prevented, and an etch rate falls. Since it is such, as for the portion which counters a portion with the temperature of the electrode board 4 high among the fields of the front face of a substrate 9, an etch rate falls. As for the portion which counters the low portion of the temperature of the electrode board 4 among the fields of the front face of a substrate 9 by the mechanism contrary to this, an etch rate will become high.

[0010] Moreover, the electrode board 4 is expanded thermally when temperature rises. Under the present circumstances, big thermal stress occurs into the portion currently fixed by the fixture 51 of the electrode board 4. For this reason, when the electrode board 4 is a weak material like single crystal silicon, before predetermined exchange time comes, it may be divided, for example. If the electrode board 4 breaks before predetermined exchange time comes, it will become cost quantity only at this rate. The element formed on the substrate 9 by falling on the substrate 9 which the broken electrode board 4 is processing will not be able to be destroyed, or when the worst, it will become impossible moreover, to use the substrate 9, if the electrode board 4 breaks during processing of a substrate 9. Consequently, serious damage will arise and the fall of the yield will be produced.

Furthermore, by the time it resumes processing, after carrying out [remove / the broken electrode board 4 / once return one in a processing container to atmospheric pressure, open wide, and], you have to exhaust the inside of the processing container 1. These work will take a long time and the fall of productivity will be caused.

[0011] Such a technical problem corresponds not only to a plasma etching system but to general plasma treatment equipment. That is, in the plasma treatment equipped with the electrode board in the state where the substrate was made to counter, if the temperature of an electrode board becomes uneven, the temperature distribution within a field of a substrate will also become uneven. Consequently, the homogeneity of plasma treatment is checked. This invention is accomplished in order to solve a technical problem which was mentioned above, and it has technical meaning of preventing the accident which damages an electrode board while it makes temperature of the front face of an electrode board uniform.

[0012]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, invention of this application according to claim 1 The processing container with which predetermined processing is made to a substrate inside, and the exhaust air system which exhausts the inside of a processing container, The process gas introduction system which introduces predetermined process gas in a processing container, The plasma means forming which gives energy to process gas and forms plasma in a processing container, The electrode board in the state of facing a substrate when it is plasma treatment equipment which equipped with the substrate electrode holder holding a substrate the position in the processing container with which predetermined processing is made and the aforementioned substrate is held by operation of plasma at the aforementioned substrate electrode holder, The electrode holder holding this electrode board is formed, the electrode board is attached removable to the electrode holder, and it has the composition that the electrostatic adsorption mechanism in which carry out induction of static electricity on the surface of an electrode holder, and an electrode board is made to stick to an electrode holder further is established. In order to solve the above-mentioned technical problem, moreover, invention of this application according to claim 2 In composition according to claim 1 the aforementioned electrostatic adsorption mechanism The dielectric block with which the front face is adsorbed in the aforementioned electrode board while being prepared as some aforementioned electrode holders, It has the composition of consisting of an adsorption electrode prepared in the dielectric block, and an adsorption power supply which impresses predetermined voltage to an adsorption electrode and carries out induction of static electricity to the front face of a dielectric block. In order to solve the above-mentioned technical problem, moreover, invention of this application according to claim 3 In composition according to claim 1 the aforementioned electrode holder While being contacted and prepared to the metal main part of an electrode holder and the metal main part of an electrode holder, the aforementioned electrode board becomes the front face from the dielectric block with which it adsorbs. the aforementioned electrostatic adsorption mechanism It consists of adsorption power supplies which impress predetermined voltage to the aforementioned main part of an electrode holder, and carry out induction of static electricity to the front face of a dielectric block. It has composition called **. Moreover, in order to solve the above-mentioned technical problem, invention of this application according to claim 4 has the composition of having the fixture which attaches the aforementioned electrode board in the front face of the aforementioned electrode holder removable mechanically in addition to the aforementioned electrostatic adsorption mechanism, in composition according to claim 1, 2, or 3. Moreover, in order to solve the above-mentioned technical problem, in composition according to claim 1, 2, 3, or 4, the aforementioned electrode board is the same configuration as a substrate, and invention of this application according to claim 5 has the composition of having the 4 or less-time size a substrate and more than equivalent. Moreover, in order to solve the

above-mentioned technical problem, invention of this application according to claim 6 has the composition that the aforementioned electrode board is formed with the material whose resistivity is below 1.0×10^{10} $\Omega \cdot \text{cm}$, in composition according to claim 1, 2, 3, 4, or 5. in order [moreover,] to solve the above-mentioned technical problem -- invention of this application according to claim 7 -- claims 1-6 -- it has the composition that the cooler style which cools the aforementioned electrode board through the aforementioned electrode holder is prepared in either in the composition of a publication [0013]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the form of operation of the invention in this application is explained. In the following explanation, a plasma etching system is taken up as an example of plasma treatment equipment like explanation of the conventional technology. Drawing 1 is the transverse-plane cross-section schematic diagram having shown the composition of the first of the plasma treatment equipment of the form of operation of the invention in this application.

[0014] The processing container 1 with which, as for the equipment shown in drawing 1, etching of the front face of a substrate 9 is made inside. The exhaust air system 11 which exhausts the inside of the processing container 1, and the process gas introduction system 12 which introduces predetermined process gas in the processing container 1, The plasma means forming 2 which gives energy to process gas and forms plasma in the processing container 1, The substrate electrode holder 3 which holds a substrate 9 to the position in the processing container 1 with which an operation of plasma *****s, When a substrate 9 is held at the substrate electrode holder 3, it consists of an electrode holder 5 holding the electrode board 4 and the electrode board 4 in the state of facing a substrate 9, and an electrostatic adsorption mechanism 6 for making the front face of an electrode holder 5 carry out induction of static electricity.

[0015] The focus of this operation form is a point that the electrostatic adsorption mechanism 6 in which the electrode board 4 is made to stick to an electrode holder 5 is established. This point is concretely explained using drawing 2. Drawing 2 is the transverse-plane cross-section schematic diagram showing the important section of the plasma treatment equipment shown in drawing 1.

[0016] The electrode holder 5 consists of a main part 54 of an electrode holder formed with the metal, and dielectric block 55 inserted in the crevice of the front face of the main part 54 of an electrode holder. And the electrostatic adsorption mechanism 6 consists of two adsorption electrodes 64 prepared in the interior of the dielectric block 55, and a power supply 61 for adsorption which impresses predetermined direct current voltage to the adsorption electrode 64. If predetermined direct current voltage is impressed to the adsorption electrode 64 from the power supply 61 for adsorption, induction of static electricity will be carried out to the front face of the dielectric block 55, and electrostatic adsorption of the electrode board 4 will be carried out. The main part 54 of an electrode holder is formed with metals, such as stainless steel. The ground section 72 and auxiliary RF generator 73 are connected to the main part 54 of an electrode holder in parallel through the switch 71. Namely, whether the main part 54 of an electrode holder is maintained to grounding potential or high-frequency voltage is impressed to the main part 54 of an electrode holder can choose now with a switch 71.

[0017] The crevice of the shape of a disk of a diameter smaller than this front face is formed in the front face of the main part 54 of an electrode holder. The dielectric block 55 is the configuration of the diameter which suits this crevice, and the depth, and is formed in the main part 54 of an electrode holder in the state where it was inserted in this crevice. The dielectric block 55 is formed with the material which made ceramics, such as an alumina, a titanium nitride, and a magnesia, the principal component. In order to double a volume-resistivity value with a desired value, it is suitable if a metallic oxide or carbonization silicon is made to contain. For example, a ***** thing can use titanium oxide for an alumina suitably. Moreover, it is also possible to form the dielectric block 55 with the material of an organic system. For example, it is possible to use the member of the shape of a film which consists of a polyimide, the shape of a sheet, and a tabular as dielectric block 55.

[0018] Two power supplies 61 for adsorption of the electrostatic adsorption mechanism 6 are formed. One power supply 61 for adsorption impresses positive direct current voltage to one adsorption electrode 64, and the power supply 61 for adsorption of another side is constituted so that negative direct current voltage may be impressed to the adsorption electrode 64 of another side. It has connected too hastily between two power supplies 61 for adsorption, and it has the composition that the meantime was grounded. Two power supplies 61 for adsorption impress voltage with an equal absolute value, although polarity differs as above-mentioned. Two adsorption electrodes 64 are the thin tabulars which carried out the same type, and are arranged inside the dielectric block 55 at the central symmetry. Arrangement of a central symmetry is composition which the adsorption electrode 64 is semicircle annular mostly, and has been faced for which each other and arranged at the narrow interval so that it may become the same axle to the medial axis of the electrode board 4.

[0019] The composition which impresses predetermined direct current voltage to the adsorption electrode 64 from the power supply 61 for adsorption is explained concretely. The two insulating tubes 62 are formed in the main part 54 of an electrode holder through the dielectric block 55 so that it may pierce through the interior. The metal induction material 63 is inserted in the interior of the two insulating tubes 62. An end is connected to the adsorption electrode 64 and, as for the induction material 63, the other end is connected to the power supply 61 for adsorption. The insulating tube 62 is formed by insulating materials, such as an alumina. The breakthrough which suits the insulating tube 62 is formed in the main part 54 of an electrode holder. The insulating tube 62 is formed in the state where it was made to insert in this breakthrough. In addition, among both, closure members, such as a non-illustrated O ring, are prepared so that vacuum leak may not occur from the crevice between the external surface of the insulating tube 62, and the inside of a breakthrough.

[0020] The induction material 63 is formed with metals, such as copper. the cross section of the outer diameter to which the induction material 63 suits the bore of the insulating tube 62 -- circular -- it is cylindrical The induction material 63 is formed in

the state where it was inserted in the insulating tube 62. And closure members, such as an O ring which is not illustrated for preventing vacuum leak, are prepared also between the inside of the insulating tube 62, and the induction material 63. The power supply 61 for adsorption operates, if voltage with an equal absolute value is impressed to two adsorption electrodes 64 arranged at the central symmetry, since the main part 54 of an electrode holder is maintained by grounding potential, symmetrical electric field are produced to the medial axis of the electrode board 4, and the adsorption power of the electrode board 4 arises equally. +1000V are impressed to one side of the adsorption electrode 64, and about [-1000V] direct current voltage is impressed [as opposed to / grounding potential / at this operation form] to another side.

[0021] The electrode board 4 has the 4 or less-time size a substrate 9 and more than equivalent. When the size of the electrode board 4 is smaller than a substrate 9, there is a possibility that the sense of the electric field in the front face of a substrate 9 may become uneven, and etching may not be made uniformly. Moreover, the building envelope of the processing container 1 will become it large that the size of the electrode board 4 is 4 or more times of a substrate 9, and the exhaust air in the processing container 1 will take time.

[0022] Moreover, as for the electrode board 4, resistivity is formed with the material of 1.0×10^{10} or less ohm-cm. As such a material, single crystal silicon, polycrystal silicon, silicon carbide, carbon, aluminum, etc. are mentioned. If resistivity exceeds 1.0×10^{10} ohm-cm, the electrode board 4 will become that an electrode holder 5 is hard to adsorb. This is concretely explained using drawing 3. Drawing 3 is a ** type view in which an electrode board shows the state where the electrode holder was adsorbed, (1) shows the case where the electrode board is formed with the material of 1.0×10^{10} or more ohm-cm of resistivity, and (2) is drawing showing the case where the electrode board is formed with the material of 1.0×10^{10} or less ohm-cm of resistivity.

[0023] As shown in drawing 3 (1), when the resistivity of the electrode board 4 exceeds ohm [1.0×10^{10}] and cm, incidence of the line of electric force (641 show among drawing 3) from the adsorption electrode 64 will not be perpendicularly carried out to the electrode board 4. This is because resistivity becomes it close to a dielectric that they are 1.0×10^{10} or more ohm-cm, the potential difference is in the interior of the electrode board 4 and electric field arise inside. On the other hand, as shown in drawing 3 (2), when the electrode board 4 is smaller than resistivity 1.0×10^{10} ohm-cm, the potential difference is hard to be formed inside this electrode board 4, and incidence of the line of electric force 641 from the adsorption electrode 64 is mostly carried out to a perpendicular to the electrode board 4. Thus, when the electrode board 4 is formed with the material of 1.0×10^{10} or more ohm-cm of resistivity, in order that the electric field from the adsorption electrode 64 may act aslant to the electrode board 4, the force in which electrostatic adsorption of the electrode board 4 is carried out will become weak. On the other hand, with this operation form, since the electrode board 4 is formed with the material of 1.0×10^{10} or less ohm-cm of resistivity, electric field can act on a perpendicular mostly and the force in which electrostatic adsorption of the electrode board 4 is carried out can be acquired strongly.

[0024] Moreover, also in this operation form, the electrode board 4 is formed with the material deleted like etching of the front face of a substrate 9. When it is not the material deleted similarly, if etching of a substrate 9 is started, a product will deposit on the front face of the electrode board 4. When the deposited product exfoliates, the inside of the processing container 1 is floated and there is a possibility of adhering to the front face of a substrate 9. When a product adheres to the front face of a substrate 9, there is a possibility of producing a circuit defect etc.

[0025] The cooler style 53 is formed in the electrode holder 5 interior like conventional equipment. Also with this operation form, a refrigerant is circulated in an electrode holder 5 and the electrode board 4 is cooled through an electrode holder 5. As this refrigerant, FURORINATO (tradename) by 3M company etc. is used, for example. The electrode board 4 is cooled by the temperature of about 90-150 degrees C by maintaining this refrigerant at the temperature of the range of about 20-80 degrees C.

[0026] An electrode holder 5 makes the electrode side covering 57 intervene, and is formed in the processing container 1. The electrode side covering 57 has prevented exposing the electrode board electrode holder 5 to plasma while making it the heat of the electrode board 4 heated by plasma not get across to the processing container 1 through an electrode holder 5. The electrode side covering 57 is formed with the quartz etc. In addition, in order to make it vacuum leak not arise in the processing container 1, closure members, such as a non-illustrated O ring, are prepared between the electrode board electrode holder 5, the electrode side covering 57, and the processing container 1 and the electrode side covering 57.

[0027] Moreover, the non-illustrated carbon sheet is put between the electrode board 4 and the electrode holder 5. A carbon sheet is for raising the heat contact nature of the electrode board 4 and an electrode holder 5. Although electrostatic adsorption of the electrode board 4 is carried out at an electrode holder 5 as mentioned above, neither the front face of the electrode board 4 nor the front face of an electrode holder 5 is perfect flat sides, and even if electrostatic adsorption is carried out, a minute crevice exists among both. Since this crevice is vacuum pressure, its thermal conductivity is bad. A carbon sheet has the meaning which such a crevice is filled [meaning] and raises thermal conductivity. As a carbon sheet, what carried out the compression plastic surgery of the fibrous carbon can be used. The thickness of a carbon sheet is about 2mm preferably about 0.02-4mm. In addition, sheet-like conductive rubber or an indium etc. can be used for the same purpose besides a carbon sheet.

[0028] Next, the composition of others of the plasma treatment equipment of this operation form is explained. The processing container 1 is formed with metals, such as stainless steel, and is grounded electrically. And the inside of the processing chamber 1 is maintained by the exhaust air system 11 at ten to 3 Pa - about 10Pa vacuum pressure. The exhaust air system 11 is equipped with vacuum pumps, such as a dry pump, and the non-illustrated exhaust air speed regulator is prepared.

[0029] The process gas introduction system 12 can introduce now process gas required for plasma etching by the predetermined flow rate. With this operation form, it introduces in the processing container 1 by making the reactant gas of CHF₃ grade into

process gas. The process gas introduction system 12 consists of piping 121 grades which connect the chemical cylinder, chemical cylinder, and the processing container 1 which are not illustrated [which accumulated the process gas of CHF₃ grade]. The electrode board 4 mentioned above is used also [path / introductory / of the process gas into the processing container 1]. specifically, it is shown in drawing 2 -- as -- the electrode board 4 -- the shape of hollow -- it is -- the undersurface -- the gas blowdown -- it has many holes 41 equally The piping 121 of the process gas introduction system 12 penetrates the main part 54 of an electrode holder, and the dielectric block 55, is prepared, and is connected to the electrode board 4. the gas blowdown once process gas was supplied to the building envelope of the electrode board 4 through piping 121 -- it blows off from a hole 41 to homogeneity, and is introduced in the processing container 1

[0030] The plasma means forming 2 is constituted like conventional equipment by RF generator 31 connected to the substrate electrode holder 3. RF generator 31 is 13.56MHz in frequency, and is an about [output 2500W] thing. The substrate electrode holder 3 consists of a main part 33 of a substrate electrode holder, and substrate maintenance block 32 established in contact with the main part 33 of a substrate electrode holder. The main part 33 of a substrate electrode holder is formed with metals, such as aluminum or stainless steel, and RF generator 31 mentioned above is connected. The substrate maintenance block 32 is formed with dielectrics, such as an alumina, and the front face is a substrate maintenance side.

[0031] The substrate adsorption mechanism 8 in which a substrate 9 is made to stick to the substrate electrode holder 3 with static electricity is established. The substrate adsorption mechanism 8 consists of a substrate adsorption electrode 82 prepared in the interior of the substrate maintenance block 32, and a substrate adsorption power supply 81 which impresses negative predetermined direct current voltage to the substrate adsorption electrode 82. Specifically, the insulating tube 83 is formed in the substrate electrode holder 3 so that it may pierce through the interior and may be well-informed about the substrate maintenance block 32. The induction material 84 is inserted in the interior of the insulating tube 83, and the end is connected to the substrate adsorption electrode 82. The insulating tube 83 and the induction material 84 are formed with the same material as the insulating tube 62 and the induction material 63 which were prepared in the electrode holder 5 mentioned above. RF generator 31 is used also [power supply / for auto-biases / for making the front face of a substrate 9 produce auto-bias voltage]. If plasma is generated in the processing container 1 after RF generator 31 has operated, the auto-bias voltage which the potential of the front face of a substrate 9 shifted to negative will arise according to the interaction of plasma and RF electric field.

[0032] The amendment ring 34 is formed in the circumference of the substrate maintenance side of the substrate electrode holder 3. The amendment ring 34 is formed with the same material as the substrates 9, such as single crystal silicon. Since a part for the periphery of a substrate 9 has the heat leakage from the end face of a substrate 9, compared with a part for a center section, temperature tends to become low. Then, the amendment ring 34 formed with the same material as a substrate 9 is formed in the circumference of a substrate 9, and temperature of a substrate 9 is made uniform so that only the heat corresponding to diffusion of the heat from an end face may be given. Moreover, the plasma formed in the processing container 1 is maintained also by the ion and electron into which it *****s. The portion which faces a part for the periphery of a substrate 9 among the whole space in which plasma was formed has little supply of ion or an electron compared with the portion which faces a part for the center section of a substrate 9, and plasma density is low. For this reason, by forming in the circumference the amendment ring 34 formed with the same material as a substrate 9, the electron to a space portion and the amount of supply of ion which face a part for the periphery of a substrate 9 are relatively made [many], and plasma density is made uniform.

[0033] The substrate electrode holder 3 makes an insulator 35 intervene, and is prepared in the processing container 1. The insulator 35 protects the main part 33 of a substrate electrode holder from plasma while it is formed by insulating materials, such as an alumina, and insulates the main part 33 of a substrate electrode holder, and the processing container 1. In addition, in order to make it vacuum leak not arise in the processing container 1, closure members, such as a non-illustrated O ring, are prepared between the substrate electrode holder 3 and an insulator 35 and between the processing container 1 and the insulator 35.

[0034] It is desirable to make distance of the front face of the substrate electrode holder 3 and the front face of the electrode board 4 into distance 4mm or more 60mm or less with this operation form. Although it is dependent also on a pressure, since it becomes the so-called Debye length of plasma closely when this distance is set to less than 4mm, plasma cannot be easily generated by this space. Moreover, if it exceeds 60mm, plasma will be widely spread in the processing container 1, and there is a possibility that plasma density may decrease and the speed of etching may fall.

[0035] Next, operation of the plasma treatment equipment of the first operation form is explained. First, the electrostatic adsorption mechanism 6 and the cooler style 53 are always operating during operation of equipment. Therefore, electrostatic adsorption of the electrode board 4 is carried out in the front face of an electrode holder 5 before the start of processing of a substrate 9. And this electrode board 4 is cooled by temperature almost equal to the refrigerant of the cooler style 53 by carrying out electrostatic adsorption.

[0036] If a substrate 9 is carried in in the processing container 1 and laid in the substrate maintenance side of the substrate electrode holder 3 according to the conveyance mechanism in which it does not illustrate, the substrate adsorption mechanism 8 will operate and electrostatic adsorption of the substrate 9 will be carried out in a substrate maintenance side. The inside of the processing container 1 is beforehand exhausted by the exhaust air system 11 to the predetermined pressure. In this state, the process gas introduction system 12 operates and predetermined process gas is introduced. And RF power is impressed to the substrate electrode holder 3 by RF generator 31, a high frequency discharge arises in process gas, and plasma is formed. The radical of process gas is generated in plasma. Moreover, high-frequency voltage is impressed to the substrate electrode holder 3, and negative auto-bias voltage arises on the front face of a substrate 9 according to the interaction of a RF and plasma. With this negative auto-bias voltage, electric field perpendicular to a substrate 9 are set up, and the ion in plasma carries out incidence at

right angles to a substrate 9.

[0037] A reaction with the radical of process gas *****s [the front face of a substrate 9], using the energy of incidence ion. That is, reactant plasma etching is performed. While etching is performed, the electrode board 4 by which electrostatic adsorption is carried out is cooled by the cooler style 53, and a temperature rise is suppressed. After stopping operation of the process gas introduction system 12 and RF generator 31 after performing predetermined-time etching, and exhausting the inside of the processing container 1, according to the conveyance mechanism in which it does not illustrate, a substrate 9 is taken out and etching of a substrate 9 is completed. The electrostatic adsorption mechanism 6 and the cooler style 53 operate succeeding, and the electrode board 4 is cooled to the original temperature until the following substrate 9 is carried in.

[0038] In addition, in the above-mentioned operation, a switch 71 may be changed, auxiliary RF generator 73 may be connected to an electrode holder 5, and RF electric field may be set up in the processing container 1 through the electrode board 4. In this case, since a RF is further impressed to plasma in addition to the RF by RF generator 31 connected to the substrate electrode holder 3, plasma density rises. Consequently, there is a merit whose etch rate improves.

[0039] With the plasma treatment equipment of this operation form, since electrostatic adsorption of the electrode board 4 is carried out at an electrode holder 5, compared with the case where it fixes by the mechanical fixture 51 like conventional equipment, uniform contact is securable in a larger field. For this reason, temperature in the front face of the electrode board 4 can be made uniform. Therefore, surface temperature becomes uniform and surface etching is uniformly made also for a substrate 9. Moreover, since electrostatic adsorption is carried out, it is not necessary to fix the electrode board 4 to an electrode holder 5 by the fixture 51. For this reason, the accident into which big stress does not arise locally and the electrode board 4 is broken can be prevented. Consequently, the fall of the yield can be prevented.

[0040] However, with this operation form, when the power supply 61 for adsorption stops by some reasons, in case it prevents the electrode board 4 falling or the electrode board 4 is exchanged, in order to carry out eye tacking, the electrode board 4 is loosely fixed by the fixture 51. A fixture 51 is specifically a screw and is formed by aluminum or stainless steel. Within the processing container 1, the fixture 51 was covered by covering 42 and has attached the electrode board 4. Covering 42 is formed with the quartz etc. and a fixture 51 is exposed to plasma.

[0041] Moreover, by carrying out electrostatic adsorption of the electrode board 4 and the electrode holder 5, the heat transfer efficiency between these can improve and the electrode board 4 can be maintained to lower temperature. Since point [this] is somewhat complicated, it explains concretely using drawing 4. Drawing 4 is drawing showing the temperature change of an electrode board, (1) shows the temperature change of the electrode board in conventional equipment, and (2) shows the temperature change of the electrode board in the equipment of this operation form.

[0042] First, in conventional equipment, the electrode board 4 is beforehand cooled by the cooler style 53 by the setting temperature (t_0) near the temperature of a refrigerant. If etching is started, the temperature of the electrode board 4 will continue rising, without going up in response to the heat from plasma, and reaching at thermal equilibrium within the time (it being hereafter called the processing time) of etching of one substrate 9, as shown in drawing 4 (1), and etching will end it.

[0043] The temperature of the electrode board 4 descends by cooling of the cooler style 53 until the processing time is completed and etching of the following substrate 9 is started (it is hereafter called an interval). However, with conventional equipment, heat transfer efficiency is bad and etching of the following substrate 9 is started, without cooling the temperature of the electrode board 4 to the original temperature (t_0). For this reason, as for the electrode board 4, in response to the heat from plasma, temperature will rise again, and the maximum temperature (it is hereafter called attainment temperature) to which the electrode board 4 reaches in the processing time will become higher than the attainment temperature in etching of the front substrate 9. And this attainment temperature will rise rapidly as the processing number of sheets of a substrate 9 increases.

[0044] Therefore, with conventional equipment, the average (it is hereafter called time-average temperature) t_a of the temperature change of the electrode board 4 within the processing time becomes high as the processing number of sheets of a substrate 9 increases. However, time-average temperature will reach thermal equilibrium at a certain temperature, and will not rise any more. In addition, thermal equilibrium here is the thermal equilibrium in the meaning of not changing whenever the temperature which the total amount of the heat which the electrode board 4 receives in the processing time, and the total amount of the heat taken from the electrode board 4 averaged within the processing time by becoming equal is etching (it is hereafter called thermal equilibrium within a time). Between [till then] what time-average temperature will reach thermal equilibrium within a time, and will not go up, since time-average temperature differs every substrate 9, the total amounts of the heat given to a substrate 9 differ every substrate 9, and a difference arises from the electrode board 4 also in the amount in which it *****s.

[0045] With conventional equipment, there is the method of aging the electrode board 4 beforehand as a method of making time-average temperature regularity. The heater which heats the electrode board 4 was specifically formed, the electrode board 4 was heated beforehand, and it is made for the electrode board 4 to have reached thermal equilibrium within a time from etching of a substrate 9 of the first sheet. However, performing this aging has the problem which produces the fall of productivity, in order to require long time, while a process until it starts operation of equipment will increase. Moreover, although the time-average temperature of the electrode board 4 becomes fixed by this method, since the service temperature of the electrode board 4 becomes high at the whole, there is a possibility that a life may become [the electrode board 4] short in response to heat damage. If it is going to cool the electrode board 4 to the grade which loses the heat damage which the electrode board 4 receives, since heat transfer efficiency is bad, it is necessary to make the cooler style 53 large-scale.

[0046] On the other hand, with the equipment of this operation form, since electrostatic adsorption of the electrode board 4 is carried out, the heat transfer efficiency between the electrode board 4 and an electrode holder 5 is improving. For this reason, the

attainment temperature of the electrode board 4 within the processing time becomes low, and the electrode board 4 reaches in the processing time at thermal equilibrium. For this reason, while the temperature of the electrode board 4 becomes low on the whole in the processing time, the state where the temperature of the electrode board 4 was stabilized becoming long, and stopping the temperature rise of a substrate 9, it is stabilized and etching of a substrate 9 can be performed.

[0047] Moreover, attainment temperature does not rise as the processing number of sheets of a substrate 9 increases even if processing of the following substrate 9 is started, since the electrode board 4 is cooled to the original temperature (t_0) between intervals. Therefore, time-average temperature (t_a) does not rise, even if the processing number of sheets of a substrate 9 increases. For this reason, the total amounts of the heat given to a substrate 9 from the electrode board 4 do not differ every substrate 9, and can etch a substrate 9 with sufficient repeatability.

[0048] Moreover, compared with the case where it ages with the equipment of this operation form, since the service temperature of the electrode board 4 is low, there is no bird clapper short [the life of the electrode board 4]. Moreover, productivity is not reduced in order that there may be no need of aging. Furthermore, since heat transfer efficiency is improving by carrying out electrostatic adsorption of the electrode board 4, even if it simplifies the cooler style 53, the electrode board 4 is maintainable to the same temperature as the former.

[0049] Next, the plasma treatment equipment of the second operation form of the invention in this application is explained.

Drawing 5 is the transverse-plane cross-section schematic diagram showing the composition of the important section of the plasma treatment equipment of the second operation form. The focus of the second operation form is consisting of an adsorption electrode 64 which the electrostatic adsorption mechanism's 6 becomes only from the member of the tabular of one sheet prepared in the interior of the dielectric block 55, and a power supply 61 for adsorption which impresses negative predetermined direct current voltage to the adsorption electrode 64.

[0050] Specifically, the electrode holder 5 consists of dielectric blocks 55 inserted in the crevice of the front face of the main part 54 of an electrode holder, and the main part 54 of an electrode holder like the first operation form. The adsorption electrode 64 formed by the member of the tabular of one sheet is formed in the interior of the dielectric block 55. The adsorption electrode 64 is the same configuration as the electrode board 4, and it is prepared so that this medial axis may become the shape of a medial axis and the same axle of the electrode board 4. Moreover, the electrode board 4 is used also [path / introductory / of process gas / as well as the first operation form]. The piping 121 of the process gas introduction system 12 pierces through the main part 54 of an electrode holder, and the dielectric block 55, and is connected to the electrode board 4. Specifically, mist and the large hole are formed in the center of the adsorption electrode 64 from the diameter of piping 121, and piping 121 is connected to the electrode board 4 through the inside of this hole.

[0051] Moreover, it is prepared so that the one insulating tube 62 may pierce through the main part 54 of an electrode holder and may be well-informed about the dielectric block 55. The metal induction material 63 is inserted in the interior of the insulating tube 62, an end is connected to the adsorption electrode 64, and the other end is connected to the power supply 61 for adsorption. The power supply 61 for adsorption impresses about [-1000V] negative direct current voltage to the adsorption electrode 64. The electrode board 4 which is directly in contact with the space in which plasma is formed is maintained at the so-called sheath potential. Therefore, by giving the potential by which bias was fully carried out to this sheath potential to the adsorption electrode 64, the dielectric block 55 can carry out dielectric polarization, and the electrode board 4 can be adsorbed similarly.

[0052] With the plasma treatment equipment of the second operation form, since the adsorption electrode 64 consists only of a member of the tabular of one sheet, the number of the power supplies 61 for adsorption is one. For this reason, the composition of equipment is simplified compared with the first operation form, and the cost of equipment can be reduced. Moreover, also in the second operation form, since electrostatic adsorption of the electrode board 4 is carried out like the first operation form, the temperature of this front face becomes uniform. Thereby, temperature of the front face of a substrate 9 can also be uniformly etched by becoming uniform.

[0053] Moreover, also in the second operation form, it comes out of the electrode board 4 to prevent the crack of the electrode board 4 by making fixation by the fixture 51 loose and preventing generating of big thermal stress locally. Moreover, by carrying out electrostatic adsorption, heat transfer efficiency of the electrode board 4 improves, the attainment temperature within the processing time is stopped low, and it reaches in the processing time at thermal equilibrium. For this reason, a substrate 9 can be etched at the temperature stabilized stopping the temperature rise of a substrate 9. Moreover, when heat transfer efficiency improves, the temperature of the electrode board 4 reaches the original temperature (t_0) between intervals, and the time-average temperature (t_a) of the electrode board 4 becomes fixed. Therefore, the total amounts of the heat received from the electrode board 4 do not differ every substrate 9, and its repeatability of etching of a substrate 9 improves.

[0054] Next, the plasma treatment equipment of the third operation form of the invention in this application is explained. The third operation form is plasma treatment equipment corresponding to invention of a claim 3. Drawing 6 is the transverse-plane cross-section schematic diagram showing the composition of the important section of the plasma treatment equipment of the third operation form.

[0055] The focus of the plasma treatment equipment of the third operation form is a point that the main part 54 of an electrode holder of an electrode holder 5 is used also [electrode / adsorption]. Specifically, the electrode holder 5 consists of a main part 54 of an electrode holder, and dielectric block 55 established so that the front face of the main part 54 of an electrode holder might be touched. And the power supply 61 for adsorption of the electrostatic adsorption mechanism 6 is connected to the main part 54 of an electrode holder. The main part 54 of an electrode holder is formed with metals, such as aluminum or stainless steel. The power supply 61 for adsorption impresses about [-1000V] negative direct current voltage to the main part 54 of an

electrode holder.

[0056] For a start, with the second operation form, although the dielectric block 55 was inserted in the crevice of the front face of the main part 54 of an electrode holder, by the third operation form, a crevice is not formed in the front face of the main part 54 of an electrode holder, but it serves as a flat side. The dielectric block 55 is established in contact with the flat front face of this main part 54 of an electrode holder. The tooth back of the dielectric block 55 is the same configuration as a front face and size of the main part 54 of an electrode holder, and as it is compared in the front face of the main part 54 of an electrode holder, it is established in it. And the electrode board 4 is formed in the front face of this dielectric block 55.

[0057] the first which mentioned the electrode board 4 above -- it is used also [path / introductory / of process gas / as well as the second operation form] Since it consists of the third operation form so that direct current voltage may be impressed to the main part 54 of an electrode holder, the piping 121 of the process gas introduction system 12 is insulated with the main part 54 of an electrode holder. Specifically, the insulating tube 122 is formed so that the interior of the main part 54 of an electrode holder may be penetrated, and piping 121 is connected to the electrode board 4 through the interior of this insulating tube 122. The joint 123 is formed in the portion which piping 121 and the electrode board 4 connect. The joint 123 is formed by insulating materials, such as an alumina. It is made for current not to flow [the current by the electron or ion which carry out incidence of this to the electrode board 4 from plasma] to a switch 71 side through piping 121.

[0058] With the plasma treatment equipment of the third operation form, since the power supply 61 for adsorption is connected to the main part 54 of an electrode holder, it is necessary to prepare neither the insulating tube nor induction material, the composition of equipment can be simplified, and the fall of the cost of equipment can be aimed at. Moreover, also in the third operation form, since electrostatic adsorption of the electrode board 4 is carried out like the second operation form for a start, the temperature of this front face becomes uniform. Thereby, the temperature of the front face of a substrate 9 can etch uniformly by becoming uniform. Moreover, it is prevented that big thermal stress occurs to the electrode board 4 locally, and the crack of the electrode board 4 of the electrode board 4 is lost. Furthermore, since the temperature rise of the electrode board 4 is stopped low and time-average temperature also becomes fixed, good etching can be performed with sufficient repeatability.

[0059] Although direct current voltage was impressed to the adsorption electrode 64 as a power supply 61 for adsorption using DC power supply and electrostatic adsorption of the electrode board 4 was performed, the electrostatic adsorption mechanism 6 may consist of each operation form mentioned above so that high-frequency voltage may be impressed to the adsorption electrode 64 by the RF generator. In this case, the electrode board 4 is adsorbed with the auto-bias voltage produced in the front face of the dielectric block 55. Since the ion of composition [such] which carries out incidence increases more than the case where DC power supply are used, the amount in which it *****s will increase and the life of one electrode board 4 will become short. Moreover, since auto-bias voltage does not arise unless plasma is generated, while not processing a substrate 9, there is a fault in which is not adsorbed in the electrode board 4 and cooling of the electrode board 4 is not performed enough. The above-mentioned composition which used DC power supply for the power supply 61 for adsorption is excellent in the point without such a fault.

[0060] Moreover, although it constituted so that high-frequency voltage might be impressed to the substrate electrode holder 3, you may constitute the plasma means forming 2 so that high-frequency voltage may be impressed to the electrode board 4 and plasma may be formed by auxiliary RF generator 73. Moreover, although auto-bias voltage is not produced in the front face of a substrate 9 when not impressing high-frequency voltage for plasma formation to the substrate electrode holder 3, it can be used suitable for reactant etching which does not need the incidence of ion. Moreover, it can also constitute so that high-frequency voltage may be impressed to both the electrode board 4 and the substrate electrode holder 3. In this case, plasma is formed by the high-frequency voltage impressed to the electrode board 4, by the high-frequency voltage impressed to the substrate electrode holder 3, auto-bias voltage can be produced and ion incidence can be carried out. In addition, although the electrode board 4 consisted of the conductor or the semiconductor in each operation form, the electrode board 4 can consist of an insulator. For example, the electrode board 4 of silicon oxides, such as a quartz, or the product made from a silicon nitride may be adopted.

[0061] In the explanation mentioned above, although the plasma etching system was made into the example, it can carry out similarly about other plasma treatment equipments of various kinds of, such as plasma-chemistry vacuum evaporatio (CVD) equipment, a plasma ashing device, and plasma surface nitriding equipment. For example, if it is plasma-chemistry vacuum evaporatio equipment, gas with a deposition like the mixed gas of a silane and hydrogen will be introduced, and plasma will be formed. Moreover, in the case of a plasma ashing device, gas with an ashing operation like oxygen is introduced, and plasma is formed.

[0062]

[Effect of the Invention] Since electrostatic adsorption of the electrode board is carried out on the surface of an electrode holder according to the claims 1 and 2 of this application, or invention of 3 as explained above, compared with a mechanical fixture, uniform contact is securable in a larger field. Thereby, the temperature of the front face of an electrode board can become uniform, and it can process uniformly to a substrate. Moreover, since electrostatic adsorption of the electrode board is carried out, a fixture cannot be prepared, or fixation by the fixture can be made loose, and big thermal stress does not arise locally. For this reason, accident, like an electrode board can be broken can be prevented and the fall of the yield can be prevented. Moreover, by carrying out electrostatic adsorption of the electrode board, the portion which has high contact nature compared with the case where attached and it therefore fixes in detail spreads, and the heat transfer efficiency between an electrode board and an electrode holder improves. For this reason, it can process by stopping the temperature of an electrode board low. Therefore, degradation of processing and the fall of repeatability resulting from the temperature rise of an electrode board can be prevented. Moreover,

according to invention of a claim 4, in addition to the above-mentioned effect, when an electrode board shifts from an electrode holder or the power supply for adsorption stops by some reasons, it can prevent this electrode board falling. For this reason, when an electrode board falls on a substrate, an element can be destroyed or the fall of the yield by it becoming impossible to use a substrate can be prevented. Moreover, since it can tacking carry out in case an electrode board is exchanged, it can work efficiently. Moreover, according to invention of a claim 5, in addition to the above-mentioned effect, uniform electric field can be produced on the surface of a substrate, and a substrate can be processed uniformly. Moreover, there is no bird clapper greatly [the building envelope of a processing container], and there is no bird clapper for a long time [time to exhaust the inside of this processing container]. Moreover, according to invention of a claim 6, in addition to the above-mentioned effect, the force in which an electrode holder is adsorbed in an electrode board becomes strong, the contact nature of an electrode board and an electrode holder becomes high, and heat transfer efficiency improves further. Moreover, there is no possibility that an electrode board may shift. Moreover, according to invention of a claim 7, since an electrode board is cooled in addition to the above-mentioned effect, the thermal stress of an electrode board is eased and fear, such as a crack of an electrode board, decreases further. The temperature rise of an electrode board is suppressed, processing speed can be raised or repeatability of processing can be raised.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-267295

(P2001-267295A)

(43) 公開日 平成13年9月28日 (2001.9.28)

(51) IntCl ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 21/3065		B 0 1 J 19/08	H 4 G 0 7 5
B 0 1 J 19/08		C 2 3 C 16/509	4 K 0 3 0
C 2 3 C 16/509		H 0 1 L 21/205	5 F 0 0 4
H 0 1 L 21/205		H 0 5 H 1/46	M 5 F 0 4 5
H 0 5 H 1/46		H 0 1 L 21/302	C
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-74261(P2000-74261)

(22) 出願日 平成12年3月16日 (2000.3.16)

(71) 出願人 000227294

アネルバ株式会社

東京都府中市四谷5丁目8番1号

(72) 発明者 佐藤 康実

東京都府中市四谷5丁目8番1号アネルバ
株式会社内

(74) 代理人 100097548

弁理士 保立 浩一

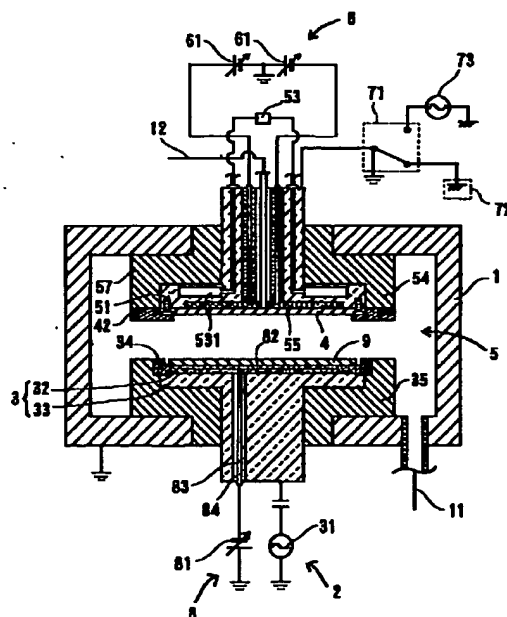
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 電極板の表面の温度を均一にするとともに電極板を破損する事故を未然に防ぐ。

【解決手段】 処理容器1内の基板ホルダー3に保持された基板9に向き合う状態で電極板4を保持する電極ホルダー5が設けられている。電極板4は、静電吸着機構6により電極ホルダー5に静電吸着されており、着脱自在である。電極板4は、取り付け具51によっても機械的に着脱可能に電極ホルダー5に取り付けられている。電極板4は、抵抗率が $1.0 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の材料であるため、界面で電界がより垂直になり静電吸着力が十分に働く。電極板4は、冷却機構53により電極ホルダー5を介して冷却される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内部で基板に対して所定の処理がなされる処理容器と、処理容器内を排気する排気系と、処理容器内に所定のプロセスガスを導入するプロセスガス導入系と、プロセスガスにエネルギーを与えて処理容器内にプラズマを形成するプラズマ形成手段と、プラズマの作用によって所定の処理がなされる処理容器内の所定の位置に基板を保持する基板ホルダーとを備えたプラズマ処理装置であって、

前記基板ホルダーに前記基板が保持された際に基板に向き合う状態の電極板と、この電極板を保持した電極ホルダーとが設けられており、電極板は、電極ホルダーに対して着脱可能に取り付けられており、さらに、電極ホルダーの表面に静電気を誘起して電極板を電極ホルダーに吸着させる静電吸着機構が設けられていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 前記静電吸着機構は、前記電極ホルダーの一部として設けられているとともにその表面に前記電極板が吸着される誘電体ブロックと、誘電体ブロック内に設けられた吸着電極と、吸着電極に所定の電圧を印加して誘電体ブロックの表面に静電気を誘起する吸着電源とから構成されていることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】 前記電極ホルダーは、金属製のホルダー本体と、ホルダー本体に対して接触して設けられているとともにその表面に前記電極板が吸着される誘電体ブロックとからなり、前記静電吸着機構は、前記ホルダー本体に所定の電圧を印加して誘電体ブロックの表面に静電気を誘起する吸着電源とから構成されていることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】 前記静電吸着機構に加え、前記電極ホルダーの表面に機械的に着脱可能に前記電極板を取り付ける取り付け具を有していることを特徴とする請求項1、2又は3記載のプラズマ処理装置。

【請求項5】 前記電極板は、基板と同様の形状であって、基板と同等以上4倍以下の大きさを有していることを特徴とする請求項1、2、3又は4記載のプラズマ処理装置。

【請求項6】 前記電極板は、抵抗率が $1.0 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下である材料で形成されていることを特徴とする請求項1、2、3、4又は5記載のプラズマ処理装置。

【請求項7】 前記電極ホルダーを介して前記電極板を冷却する冷却機構が設けられていることを特徴とする請求項1から6いずれかに記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本願の発明は、プラズマを利用して基板の表面に所定の処理を施すプラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】基板の表面に所定の処理を施すことは、DRAM (Dynamic Random Access Memory) をはじめとする各種半導体デバイスや液晶ディスプレイ等の製造において盛んに行われている。このような基板処理においては、処理容器内にプラズマを生成し、プラズマの作用によって基板の表面を所定の処理を施すプラズマ処理装置がある。例えば、レジストパターンをマスクとした表面のエッチング処理では、プラズマ中で生成されるイオンや活性種の作用を利用してエッチングを行うプラズマエッチング装置が多く使用されている。この種の装置によると、真空中で基板の処理を行うため基板の汚損が少なく、また、微細パターンの形成を容易に行うことができるメリットがある。

【0003】図7を用いて、従来のプラズマ処理装置についてプラズマエッチング装置を例にして説明する。図7は、従来のプラズマ処理装置の一例としてのプラズマエッチング装置を示す正面断面概略図である。図7に示す装置は、内部で基板9の表面に対してエッチングがなされる処理容器1と、処理容器1内を排気する排気系11と、処理容器1内に所定のプロセスガスを導入するプロセスガス導入系12と、プロセスガスにエネルギーを与えて処理容器1内にプラズマを形成するプラズマ形成手段2と、プラズマの作用によってエッチングされる処理容器1内の所定の位置に基板9を保持する基板ホルダー3と、基板ホルダー3と対向するように設けられた電極板4と、電極板4を保持する電極ホルダー5とを備えている。

【0004】図7に示す装置では、高周波放電によってプラズマを形成するようになっている。具体的には、プラズマ形成手段2は、基板ホルダー3に接続された高周波電源である。基板ホルダー3は、金属で形成されており、上面の基板保持面に基板9を載置して保持するようになっている。また、基板ホルダー3に保持された基板9に対して垂直な電界が生じるように、接地電位に維持された電極板4が設けられている。電極板4は、円盤状の部材であり、基板ホルダー3に保持された基板9と平行に向かい合うように電極ホルダー5の表面に取り付けられている。電極ホルダー5は、金属製であり、電気的には接地されている。

【0005】電極板4は、基板9の表面のエッチングと同様に削られる材料で形成されており、例えば単結晶シリコンである。同様に削られる材料でない場合、この電極板4の表面に生成物が堆積し、基板9上に落下する恐れがある。電極板4は、この電極板4を機械的に電極ホルダー5に取り付ける取り付け具51によって取り付けられている。電極板4は、周辺部分の敷力所が取り付け具51によって電極ホルダー5に取り付けられている。電極板4は、取り付け具51によって取り付けられることで交換可能になっている。取り付け具51は、例えばネジ

である。

【0006】電極板4は、プラズマからの熱を受けることにより次第に温度が上昇し、熱損傷を受ける恐れがある。また、電極板4と基板9とは対向して設けられているため、電極板4の熱輻射により基板9の温度も上昇してしまう。このようなことから、電極ホルダー5には、電極板4を冷却して所定の温度に制御する冷却機構53が設けられている。冷却機構53は、電極ホルダー5の内部に形成された空洞531に冷媒を流通させるものである。

【0007】図7に示す装置では、電極ホルダー5に設けられた冷却機構53が予め動作している。不図示の搬送機構によって基板9が処理容器1内に搬入され基板ホルダー3の基板保持面に載置され保持されると、プロセスガス導入系12が動作してプロセスガスが所定の流量で処理容器1内に導入される。この状態で、プラズマ形成手段2が動作する。即ち、高周波電源31が動作してプロセスガスに高周波放電が生じ、プラズマが形成される。プラズマ中ではプロセスガスのラジカルが生成され、基板9の表面は、このラジカルとの反応によりエッチングされる。電極板4は、プラズマの熱によって温度が上昇するが、冷却機構53が動作していることにより電極ホルダー5からシート52を介して冷却される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の装置において、電極板4は、取り付け具51によって取り付けられた部分が他の部分に比べ電極ホルダー5とより密着しているため、熱伝達効率が良くなり、冷却機構53により効率よく冷却されている。このため、この部分の温度が他の部分に比べて低くなる。即ち、電極板4の表面内での温度が不均一になる。電極板4に対向して設けられた基板9は、電極板4から熱輻射を受け温度が上昇するが、電極板4の温度が不均一であることにより基板9の表面の温度も不均一になる。この結果、基板9の表面のエッチングにも差が生じ、不均一になされる。

【0009】より具体的に説明すると、プラズマによるエッチングは、プラズマ中の化学種による膜堆積と競合する反応である。エッチングはイオンの作用が主であるため、温度にそれほど依存しないものの、膜堆積は中性重合種や活性種の作用が主であるため、温度依存性が高い。従って、電極板4の温度が高い場所では、電極板4への膜堆積が進まず、その結果として、基板9へ中性種が堆積してエッチングを阻止し、エッチング速度が低下する。このようなことから、基板9の表面の領域のうち、電極板4の温度の高い部分に対向する部分はエッチング速度が低下する。これと逆のメカニズムで、基板9の表面の領域のうち、電極板4の温度の低い部分に対向する部分はエッチング速度が高くなってしまふ。

【0010】また、電極板4は、温度が上昇することにより熱膨張する。この際、電極板4の取り付け具51に

よって固定されている部分には大きな熱応力が発生する。このため、例えば電極板4が単結晶シリコンのような脆い材料である場合、所定の交換時期が来る前に割れてしまうことがある。所定の交換時期が来る前に電極板4が割れてしまうと、この分だけコスト高となってしまう。また、基板9の処理中に電極板4が割れてしまうと、割れた電極板4が処理中の基板9の上に落下することにより、基板9上に形成された素子が破壊されてしまったり、最悪の場合、その基板9を使用することができなくなってしまう。この結果、大きな損害が生じ、歩留まりの低下を生じさせてしまう。さらに、処理を再開するまでには、処理容器内1を一旦大気圧に戻して開放し、割れた電極板4を取り除く等した後、処理容器1内を排気しなくてはならない。これらの作業には長時間を要し、生産性の低下を招くことになる。

【0011】このような課題は、プラズマエッチング装置に限らず、プラズマ処理装置一般に該当するものである。即ち、基板に対向させた状態の電極板を備えたプラズマ処理では、電極板の温度が不均一になると、基板の面内温度分布も不均一になってしまう。この結果、プラズマ処理の均一性が阻害される。本願の発明は、上述したような課題を解決するために成されたものであって、電極板の表面の温度を均一にするとともに電極板を破損する事故を未然に防ぐという技術的意義を有している。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本願の請求項1記載の発明は、内部で基板に対して所定の処理がなされる処理容器と、処理容器内を排気する排気系と、処理容器内に所定のプロセスガスを導入するプロセスガス導入系と、プロセスガスにエネルギーを与えて処理容器内にプラズマを形成するプラズマ形成手段と、プラズマの作用によって所定の処理がなされる処理容器内の所定の位置に基板を保持する基板ホルダーとを備えたプラズマ処理装置であって、前記基板ホルダーに前記基板が保持された際に基板に向き合う状態の電極板と、この電極板を保持した電極ホルダーとが設けられており、電極板は、電極ホルダーに対して着脱可能に取り付けられており、さらに、電極ホルダーの表面に静電気を誘起して電極板を電極ホルダーに吸着させる静電吸着機構が設けられているという構成を有する。また、上記課題を解決するため、本願の請求項2記載の発明は、請求項1記載の構成において、前記静電吸着機構は、前記電極ホルダーの一部として設けられているとともにその表面に前記電極板が吸着される誘電体ブロックと、誘電体ブロック内に設けられた吸着電極と、吸着電極に所定の電圧を印加して誘電体ブロックの表面に静電気を誘起する吸着電源とから構成されているという構成を有する。また、上記課題を解決するため、本願の請求項3記載の発明は、請求項1記載の構成において、前記電極ホルダーは、金属製のホルダー本体と、ホルダー本体に対

して接触して設けられているとともにその表面に前記電極板が吸着される誘電体ブロックとからなり、前記静電吸着機構は、前記ホルダー本体に所定の電圧を印加して誘電体ブロックの表面に静電気を誘起する吸着電源とから構成されているという構成を有する。また、上記課題を解決するため、本願の請求項4記載の発明は、請求項1、2又は3記載の構成において、前記静電吸着機構に加え、前記電極ホルダーの表面に機械的に着脱可能に前記電極板を取り付ける取り付け具を有しているという構成を有する。また、上記課題を解決するため、本願の請求項5記載の発明は、請求項1、2、3又は4記載の構成において、前記電極板は、基板と同様の形状であって、基板と同等以上4倍以下の大きさを有しているという構成を有する。また、上記課題を解決するため、本願の請求項6記載の発明は、請求項1、2、3、4又は5記載の構成において、前記電極板は、抵抗率が $1.0 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下である材料で形成されているという構成を有する。また、上記課題を解決するため、本願の請求項7記載の発明は、請求項1から6いずれかに記載の構成において、前記電極ホルダーを介して前記電極板を冷却する冷却機構が設けられているという構成を有する。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本願発明の実施の形態について説明する。以下の説明では、従来技術の説明と同様に、プラズマ処理装置の一例としてプラズマエッチング装置を採り上げる。図1は本願発明の第一の実施の形態のプラズマ処理装置の構成を示した正面断面概略図である。

【0014】図1に示す装置は、内部で基板9の表面のエッチングがなされる処理容器1と、処理容器1内を排気する排気系11と、処理容器1内に所定のプロセスガスを導入するプロセスガス導入系12と、プロセスガスにエネルギーを与えて処理容器1内にプラズマを形成するプラズマ形成手段2と、プラズマの作用によってエッチングされる処理容器1内の所定の位置に基板9を保持する基板ホルダー3と、基板ホルダー3に基板9が保持された際に基板9に向き合う状態の電極板4と、電極板4を保持する電極ホルダー5と、電極ホルダー5の前面に静電気を誘起させるための静電吸着機構6とから構成されている。

【0015】本実施形態の特徴点は、電極ホルダー5に電極板4を吸着させる静電吸着機構6が設けられている点である。この点について、図2を用いて具体的に説明する。図2は、図1に示すプラズマ処理装置の要部を示す正面断面概略図である。

【0016】電極ホルダー5は、金属で形成されたホルダー本体54と、ホルダー本体54の前面の凹部に嵌め込まれた誘電体ブロック55とから構成されている。そして、静電吸着機構6は、誘電体ブロック55の内部に

設けられた二つの吸着電極64と、吸着電極64に所定の直流電圧を印加する吸着用電源61とから構成されている。吸着用電源61から吸着電極64に所定の直流電圧が印加されると、誘電体ブロック55の前面に静電気が誘起され電極板4が静電吸着されるようになっていく。ホルダー本体54は、ステンレス等の金属で形成されている。ホルダー本体54には、スイッチ71を介してアース部72と補助高周波電源73とが並列に接続されている。即ち、ホルダー本体54を接地電位に維持するかホルダー本体54に高周波電圧を印加するかが、スイッチ71によって選択できるようになっている。

【0017】ホルダー本体54の前面には、この前面よりも小さい直径の円盤状の凹部が形成されている。誘電体ブロック55は、この凹部に適合する直径及び深さの形状であり、この凹部に嵌め込まれた状態でホルダー本体54に設けられている。誘電体ブロック55は、アルミナ、窒化チタン、マグネシア等のセラミックスを主成分とした材料で形成されている。体積抵抗値を所望の値に合わせるため、金属酸化物又は炭化シリコン等を含有させると好適である。例えば、アルミナに酸化チタンを含有させたものが好適に使用できる。また、誘電体ブロック55を有機系の材料で形成することも可能である。例えば、ポリイミドから成る膜状、シート状又は板状の部材を誘電体ブロック55として使用することが可能である。

【0018】静電吸着機構6の吸着用電源61は、二つ設けられている。一方の吸着用電源61は一方の吸着電極64に対し正の直流電圧を印加し、他方の吸着用電源61は他方の吸着電極64に対し負の直流電圧を印加するよう構成されている。二つの吸着用電源61の間は短絡されており、その間が接地された構成になっている。二つの吸着用電源61は、上述の通り極性は異なるが、絶対値の等しい電圧を印加するようになっている。二つの吸着電極64は、同じ形をした薄い板状であり、誘電体ブロック55の内部に中心対称に配置されている。中心対称の配置とは、例えば吸着電極64がほぼ半円環状であり、電極板4の中心軸に対して同軸になるように狭い間隔で向かい合って配置された構成である。

【0019】吸着用電源61から吸着電極64に所定の直流電圧を印加する構成について、具体的に説明する。ホルダー本体54には、内部を貫くように二本の絶縁管62が誘電体ブロック55に通じて設けられている。二本の絶縁管62の内部には、金属製の導入部材63が挿通されている。導入部材63は、一端が吸着電極64に接続され、他端が吸着用電源61に接続されている。絶縁管62は、アルミナ等の絶縁材料で形成されている。ホルダー本体54には、絶縁管62に適合する貫通孔が形成されている。絶縁管62は、この貫通孔に挿通させた状態で設けられている。尚、絶縁管62の外周面と貫通孔の内面との間の隙間から真空リークが発生しないよ

う、両者の間には不図示のOリング等の封止部材が設けられている。

【0020】導入部材63は、銅等の金属で形成されている。導入部材63は、絶縁管62の内径に適合する外径の断面円形の棒状である。導入部材63は、絶縁管62内に挿通された状態で設けられている。そして、絶縁管62の内面と導入部材63との間にも、真空リークを防止するための不図示のOリング等の封止部材が設けられている。吸着用電源61が動作し、中心対称に配置された二つの吸着電極64に絶対値の等しい電圧が印加されると、ホルダー本体54が接地電位に維持されているため、電極板4の中心軸に対して対称な電界を生じさせ、電極板4の吸着力が均等に生じる。本実施形態では、接地電位に対して吸着電極64の一方に+1000V、他方に-1000V程度の直流電圧が印加されるようになっている。

【0021】電極板4は、基板9と同等以上4倍以下の大きさを有している。電極板4の大きさが基板9よりも小さい場合、基板9の表面での電界の向きが不均一になり、エッチングが均一になされない恐れがある。また、電極板4の大きさが基板9の4倍以上であると処理容器1の内部空間が大きくなってしまい、処理容器1内の排気に時間がかかってしまう。

【0022】また、電極板4は、抵抗率が $1.0 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の材料で形成されている。このような材料としては、単結晶シリコン、多結晶シリコン、シリコンカーバイド、カーボン、アルミニウム等が挙げられる。抵抗率が $1.0 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ を超えると、電極板4は、電極ホルダー5へ吸着されにくくなる。このことについて、図3を用いて具体的に説明する。図3は、電極板が電極ホルダーに吸着された状態を示す模式図であり、(1)は、電極板が抵抗率 $1.0 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の材料で形成されている場合を示し、(2)は、電極板が抵抗率 $1.0 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の材料で形成されている場合を示す図である。

【0023】図3(1)に示すように、電極板4の抵抗率が $1.0 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ を超える場合、吸着電極64からの電気力線(図3中、641で示す)は、電極板4に対して垂直に入射しなくなってくる。これは、抵抗率が $1.0 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であると、誘電体に近くなり、電極板4の内部に電位差があって内部で電界が生じるからである。一方、図3(2)に示すように、電極板4が抵抗率 $1.0 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ より小さい場合、この電極板4の内部で電位差が形成されにくく、吸着電極64からの電気力線641は、電極板4に対してほぼ垂直に入射する。このように、電極板4が抵抗率 $1.0 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の材料で形成されている場合、吸着電極64からの電界が電極板4に対して斜めに作用するため、電極板4が静電吸着される力が弱くなってしまふ。一方、本実施形態では、電極板4を抵

抗率 $1.0 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の材料で形成しているので、電界がほぼ垂直に作用し、電極板4が静電吸着される力を強く得ることができる。

【0024】また、本実施形態においても、電極板4は、基板9の表面のエッチングと同様に削られる材料で形成されている。同様に削られる材料でない場合、基板9のエッチングが開始されると電極板4の表面に生成物が堆積してしまう。堆積した生成物が剥離すると、処理容器1内を浮遊し、基板9の表面に付着する恐れがある。生成物が基板9の表面に付着すると、回路欠陥等を生じさせる恐れがある。

【0025】電極ホルダー5内部には、従来の装置と同様に冷却機構53が設けられている。本実施形態でも、冷媒を電極ホルダー5内に流通させて電極ホルダー5を介して電極板4を冷却するようになっている。この冷媒としては、例えば3M社製のフッリナート(商品名)等が用いられている。この冷媒を20~80℃程度の範囲の温度に保つことにより、電極板4は90~150℃程度の温度に冷却される。

【0026】電極ホルダー5は、電極側カバー57を介在させて処理容器1に設けられている。電極側カバー57は、プラズマによって加熱された電極板4の熱が電極ホルダー5を通じて処理容器1に伝わらないようにしているとともに、電極板ホルダー5がプラズマに晒されるのを防いでいる。電極側カバー57は、石英等で形成されている。尚、処理容器1内に真空リークが生じないようにするため、電極板ホルダー5と電極側カバー57及び処理容器1と電極側カバー57との間には、不図示のOリング等の封止部材が設けられている。

【0027】また、電極板4と電極ホルダー5との間には、不図示のカーボンシートが挟み込まれている。カーボンシートは、電極板4と電極ホルダー5の熱接触性を向上させるためのものである。電極板4は、前述したように電極ホルダー5に静電吸着されるが、電極板4の表面や電極ホルダー5の表面は完全な平坦面ではなく、静電吸着されても両者の間には微小な隙間が存在する。この隙間は、真空圧力であることから熱伝導性が悪い。カーボンシートは、このような隙間を埋めて熱伝導性を向上させる意義がある。カーボンシートとしては、繊維状カーボンを圧縮整形したものが使用できる。カーボンシートの厚さは0.02~4mm程度、好ましくは2mm程度である。尚、カーボンシート以外にも、シート状の導電性ゴム又はインジウム等を同様の目的で使うことができる。

【0028】次に、本実施形態のプラズマ処理装置のその他の構成について説明する。処理容器1は、ステンレス等の金属で形成されており、電気的には接地されている。そして、処理チャンバー1内は排気系11によって $10^{-3} \text{ Pa} \sim 10 \text{ Pa}$ 程度の真空圧力に維持されるようになっている。排気系11は、ドライポンプ等の真空

ポンプを備え、不図示の排気速度調整器が設けられている。

【0029】プロセスガス導入系12は、プラズマエッチングに必要なプロセスガスを所定の流量で導入できるようになっている。本実施形態では、 CHF_3 等の反応性ガスをプロセスガスとして処理容器1内に導入するようになっている。プロセスガス導入系12は、 CHF_3 等のプロセスガスを溜めた不図示のガスボンベと、ガスボンベと処理容器1とを繋ぐ配管121等から構成されている。上述した電極板4は、処理容器1内へのプロセスガスの導入経路にも兼用されている。具体的には、図2に示すように電極板4は中空状であり、下面にガス吹き出し孔41を多数均等に有している。プロセスガス導入系12の配管121は、ホルダー本体54と誘電体ブロック55とを貫通して設けられ、電極板4に接続されている。プロセスガスは、配管121を通じて電極板4の内部空間に一旦供給された後、ガス吹き出し孔41から均一に吹き出して処理容器1内に導入されるようになっている。

【0030】プラズマ形成手段2は、従来の装置と同様に、基板ホルダー3に接続された高周波電源31により構成されている。高周波電源31は、周波数13.56MHzで、出力2500W程度のものである。基板ホルダー3は、基板ホルダー本体33と、基板ホルダー本体33に接して設けられた基板保持ブロック32とから構成されている。基板ホルダー本体33は、アルミニウム又はステンレス等の金属で形成されており、上述した高周波電源31が接続されている。基板保持ブロック32は、アルミナ等の誘電体で形成されており、表面が基板保持面になっている。

【0031】基板ホルダー3には、基板9を静電気によって吸着させる基板吸着機構8が設けられている。基板吸着機構8は、基板保持ブロック32の内部に設けられた基板吸着電極82と、基板吸着電極82に所定の負の直流電圧を印加する基板吸着電源81とから構成されている。具体的には、基板ホルダー3には、内部を貫き基板保持ブロック32に通じるように絶縁管83が設けられている。絶縁管83の内部には、導入部材84が挿通されており、一端が基板吸着電極82に接続されている。絶縁管83及び導入部材84は、上述した電極ホルダー5に設けられた絶縁管62及び導入部材63と同様の材料で形成されている。高周波電源31は、基板9の表面に自己バイアス電圧を生じさせるための自己バイアス用電源にも兼用されている。高周波電源31が動作した状態で処理容器1内にプラズマが生成されると、プラズマと高周波電界の相互作用により、基板9の表面の電位が負にシフトした自己バイアス電圧が生じる。

【0032】基板ホルダー3の基板保持面の周囲には、補正リング34が設けられている。補正リング34は、単結晶シリコン等の基板9と同じ材料で形成されてい

る。基板9の周辺部分は、基板9の端面からの熱放散があるため、中央部分に比べて温度が低くなり易い。そこで、端面からの熱の放散に見合うだけの熱が与えられるように、基板9と同じ材料で形成された補正リング34を基板9の周囲に設けて基板9の温度を均一にしている。また、処理容器1内に形成されたプラズマは、エッチングされるイオンや電子によっても維持されている。プラズマの形成された空間全体のうち基板9の周辺部分を臨む部分は、基板9の中央部分を臨む部分に比べてイオンや電子の供給が少なく、プラズマ密度が低くなっている。このため、基板9と同じ材料で形成された補正リング34を周囲に設けることにより、基板9の周辺部分を臨む空間部分への電子やイオンの供給量を相対的に多くしてプラズマ密度を均一にしている。

【0033】基板ホルダー3は、絶縁体35を介在させて処理容器1に設けられている。絶縁体35は、アルミナ等の絶縁材で形成されており、基板ホルダー本体33と処理容器1とを絶縁するとともに、基板ホルダー本体33をプラズマから保護するようになっている。尚、処理容器1内に真空リークが生じないようにするため、基板ホルダー3と絶縁体35との間及び処理容器1と絶縁体35との間に不図示のOリング等の封止部材が設けられている。

【0034】本実施形態では、基板ホルダー3の表面と、電極板4の表面との距離を4mm以上60mm以下の距離にすることが好ましい。圧力にも依存するが、この距離を4mm未満にした場合、プラズマのいわゆるデバイ距離に近くなってくるため、この空間にプラズマが生成されにくい。また、60mmを超えるとプラズマが処理容器1内に広く拡散してしまい、プラズマ密度が減少してエッチングの速度が低下する恐れがある。

【0035】次に、第一の実施形態のプラズマ処理装置の動作について説明する。まず、装置の稼働中、静電吸着機構6及び冷却機構53は常に動作している。従って、電極板4は、基板9の処理の開始前に電極ホルダー5の前面に静電吸着される。そして、この電極板4は、静電吸着されることにより冷却機構53の冷媒とほぼ等しい温度に冷却される。

【0036】不図示の搬送機構によって基板9が処理容器1内に搬入され基板ホルダー3の基板保持面に載置されると、基板吸着機構8が動作し、基板9は基板保持面に静電吸着される。排気系11によって処理容器1内は予め所定の圧力まで排気されている。この状態で、プロセスガス導入系12が動作し、所定のプロセスガスが導入される。そして、高周波電源31により基板ホルダー3に高周波電力が印加され、プロセスガスに高周波放電が生じ、プラズマが形成される。プラズマ中では、プロセスガスのラジカルが生成される。また、基板ホルダー3に高周波電圧が印加され、高周波とプラズマとの相互作用により基板9の表面に負の自己バイアス電圧が生じ

る。この負の自己バイアス電圧により、基板9に垂直な電界が設定され、プラズマ中のイオンが基板9に垂直に入射する。

【0037】入射イオンのエネルギーを利用しながら、基板9の表面は、プロセスガスのラジカルとの反応によりエッチングされる。即ち、反応性プラズマエッチングが行われる。エッチングが行われている間も、静電吸着されている電極板4は、冷却機構53によって冷却され、温度上昇が抑制される。所定時間エッチングを行った後、プロセスガス導入系12及び高周波電源31の動作を停止し、処理容器1内を排気した後、不図示の搬送機構によって基板9が搬出され、基板9のエッチングが終了する。静電吸着機構6及び冷却機構53が引き続き動作し、電極板4は、次の基板9が搬入されるまでの間、当初の温度まで冷却される。

【0038】尚、上記動作において、スイッチ71を切り替えて補助高周波電源73を電極ホルダー5に接続し、電極板4を介して処理容器1内に高周波電界を設定しても良い。この場合、基板ホルダー3に接続されている高周波電源31による高周波に加えてさらに高周波がプラズマに印加されるので、プラズマ密度が上昇する。この結果、エッチング速度が向上するメリットがある。

【0039】本実施形態のプラズマ処理装置では、電極板4が電極ホルダー5に静電吸着されるため、従来の装置のように機械的な取り付け具51で固定した場合に比べ、より広い面内で均一な接触を確保することができる。このため、電極板4の表面内での温度を均一にすることができる。従って、基板9も表面の温度が均一になり、表面のエッチングが均一になされる。また、電極板4は、電極ホルダー5に静電吸着されるため、取り付け具51で固定する必要がない。このため、局部的に大きな応力が生じることがなく、電極板4が割れる事故を未然に防ぐことができる。この結果、歩留まりの低下を防ぐことができる。

【0040】但し、本実施形態では、吸着用電源61が何かの理由で停止した場合に電極板4が落下するのを防いだり、電極板4を交換する際に仮止めをするため、取り付け具51で電極板4をゆるく固定している。取り付け具51は、具体的にはネジであり、アルミニウム又はステンレス等で形成されている。処理容器1内では、取り付け具51は、カバー42に覆われて電極板4を取り付けている。カバー42は、石英等で形成されており、取り付け具51がプラズマに晒されないようになっている。

【0041】また、電極板4と電極ホルダー5とを静電吸着させることにより、これらの間の熱伝達効率が向上し、電極板4をより低い温度に維持することができる。この点は多少複雑であるので、図4を用いて具体的に説明する。図4は、電極板の温度変化を示す図であり、

(1)は、従来の装置での電極板の温度変化を示し、

(2)は、本実施形態の装置での電極板の温度変化を示す。

【0042】まず、従来の装置において、電極板4は、冷却機構53により冷媒の温度に近い設定温度(t_0)に予め冷却されている。エッチングが開始されると、電極板4の温度は、図4(1)に示すように、プラズマからの熱を受けて上昇し、一枚の基板9のエッチングの時間(以下、処理時間と呼ぶ)内に、熱平衡に達することなく上昇し続けてエッチングが終了する。

【0043】処理時間が終了し、次の基板9のエッチングが開始されるまでの間(以下、インターバルと呼ぶ)、電極板4の温度は、冷却機構53の冷却により下降する。しかし、従来の装置では熱伝達効率が悪く、電極板4の温度が当初の温度(t_0)まで冷却されずに次の基板9のエッチングが開始される。このため、電極板4は再びプラズマからの熱を受けて温度が上昇し、処理時間内に電極板4が到達する最高温度(以下、到達温度と呼ぶ)は、前の基板9のエッチングに於ける到達温度よりも高くなってしまふ。そして、この到達温度は、基板9の処理枚数が増加するにつれどんどん上昇してしまふ。

【0044】従って、従来の装置では、処理時間内に於ける電極板4の温度変化の平均(以下、時間平均温度と呼ぶ) t_a は、基板9の処理枚数が増加するにつれて高くなる。但し、時間平均温度は、ある温度で熱平衡に達し、それ以上は上昇しなくなる。尚、ここでいう熱平衡とは、処理時間内に電極板4が受ける熱の総量と電極板4から奪われる熱の総量が等しくなり、処理時間内で平均した温度がエッチングのたびに変化することが無いという意味での熱平衡である(以下、時間内熱平衡と呼ぶ)。時間平均温度は、時間内熱平衡に達して上昇しなくなるものの、それまでの間は時間平均温度が基板9毎に異なるため、電極板4から基板9に与えられる熱の総量が基板9毎に異なり、エッチングされる量にも差が生じる。

【0045】従来の装置では、時間平均温度を一定にする方法として、電極板4を予めエージングする方法がある。具体的には、電極板4を加熱するヒータを設け、電極板4を予め加熱し一枚目の基板9のエッチングから、電極板4が時間内熱平衡に到達しているようにする。しかし、このエージングを行うことは、装置の稼働を開始するまでの工程が増えることになるとともに、長い時間を要するため、生産性の低下を生じさせる問題がある。また、この方法により電極板4の時間平均温度は一定になるものの、電極板4の使用温度が全体に高くなるため、電極板4が熱損傷を受けて寿命が短くなる恐れがある。電極板4の受ける熱損傷を無くす程度まで電極板4を冷却しようとする、熱伝達効率が悪い、冷却機構53を大がかりにする必要がある。

【0046】一方、本実施形態の装置では、電極板4が

静電吸着されているので、電極板4と電極ホルダー5との間の熱伝達効率が向上している。このため、処理時間内の電極板4の到達温度が低くなり、また、電極板4は処理時間内に熱平衡に達する。このため、処理時間内において電極板4の温度が全体的に低くなるとともに、電極板4の温度が安定した状態が長くなり、基板9の温度上昇を抑えながら基板9のエッチングを安定して行うことができる。

【0047】また、電極板4は、インターバルの間に当初の温度(t_0)まで冷却されるため、次の基板9の処理が開始されても、基板9の処理枚数が増加するにつれ到達温度が上昇することが無い。従って、時間平均温度(t_a)は、基板9の処理枚数が増加しても上昇することが無い。このため、電極板4から基板9に与えられる熱の総量は、基板9毎に異なることがなく、再現性良く基板9のエッチングを行うことができる。

【0048】また、本実施形態の装置では、エージングを行う場合に比べて、電極板4の使用温度が低いので、電極板4の寿命が短くなることがない。また、エージングを行う必要が無いので、生産性を低下させることがない。さらに、電極板4を静電吸着することにより熱伝達効率が向上しているため、冷却機構53を簡略化しても電極板4を従来と同じ温度に維持することができる。

【0049】次に、本願発明の第二の実施形態のプラズマ処理装置について説明する。図5は、第二の実施形態のプラズマ処理装置の要部の構成を示す正面断面概略図である。第二の実施形態の特徴点は、静電吸着機構6が、誘電体ブロック55の内部に設けられた一枚の板状の部材のみからなる吸着電極64と、吸着電極64に所定の負の直流電圧を印加する吸着用電源61とから構成されていることである。

【0050】具体的には、電極ホルダー5は、第一の実施形態と同様にホルダー本体54と、ホルダー本体54の前面の凹部に嵌め込まれた誘電体ブロック55とから構成されている。誘電体ブロック55の内部には、一枚の板状の部材で形成された吸着電極64が設けられている。吸着電極64は、電極板4と同一の形状であって、この中心軸が電極板4の中心軸と同軸状になるように設けられている。また、電極板4は、第一の実施形態と同様に、プロセスガスの導入経路にも兼用されている。プロセスガス導入系12の配管121は、ホルダー本体54と、誘電体ブロック55とを貫いて電極板4に接続されている。具体的には、吸着電極64の中央には、配管121の直径よりもやや大きい穴が形成されており、配管121は、この穴の内側を通して電極板4に接続されるようになっている。

【0051】また、一本の絶縁管62が、ホルダー本体54を貫いて誘電体ブロック55に通じるよう設けられている。絶縁管62の内部には、金属製の導入部材63が挿通され、一端が吸着電極64に接続され、他端が吸

着用電源61に接続されている。吸着用電源61は、吸着電極64に-1000V程度の負の直流電圧を印加するようになっている。プラズマが形成される空間に直接接している電極板4は、いわゆるシース電位に保たれる。従って、このシース電位に対して十分にバイアスされた電位を吸着電極64に与えることで、誘電体ブロック55が誘電分極し、同様に電極板4を吸着することができる。

【0052】第二の実施形態のプラズマ処理装置では、吸着電極64が一枚の板状の部材のみからなるため、吸着用電源61が一つである。このため、第一の実施形態に比べて装置の構成が簡略化され、装置のコストを低下させることができる。また、第二の実施形態においても、第一の実施形態と同様に電極板4は静電吸着されているので、この表面の温度が均一になる。これにより、基板9の表面の温度も均一になり、エッチングを均一に行うことができる。

【0053】また、電極板4は、第二の実施形態においても、取り付け具51による固定をゆるくして、局部的に大きな熱応力の発生を防止することで電極板4の割れを防ぐことができる。また、電極板4は、静電吸着されることにより熱伝達効率が向上し、処理時間内の到達温度が低く抑えられ、処理時間内に熱平衡に達する。このため、基板9の温度上昇を抑えつつ安定した温度で基板9のエッチングを行うことができる。また、熱伝達効率が向上することにより、インターバルの間に電極板4の温度が当初の温度(t_0)に達し、電極板4の時間平均温度(t_a)が一定になる。よって、電極板4から受ける熱の総量は基板9毎に異なることがなく、基板9のエッチングの再現性が向上する。

【0054】次に、本願発明の第三の実施形態のプラズマ処理装置について説明する。第三の実施形態は、請求項3の発明に対応したプラズマ処理装置である。図6は、第三の実施形態のプラズマ処理装置の要部の構成を示す正面断面概略図である。

【0055】第三の実施形態のプラズマ処理装置の特徴点は、電極ホルダー5のホルダー本体54が吸着電極に兼用されている点である。具体的には、電極ホルダー5は、ホルダー本体54と、ホルダー本体54の前面に接するように設けられた誘電体ブロック55とから構成されている。そして、ホルダー本体54には、静電吸着機構6の吸着用電源61が接続されている。ホルダー本体54は、アルミニウム又はステンレス等の金属で形成されている。吸着用電源61は、ホルダー本体54に-1000V程度の負の直流電圧を印加するようになっている。

【0056】誘電体ブロック55は、第一、第二の実施形態では、ホルダー本体54の前面の凹部に嵌め込まれていたが、第三の実施形態では、ホルダー本体54の前面に凹部は形成されておらず、平坦面となっている。誘

電体ブロック55は、このホルダー本体54の平坦な前面に接して設けられている。誘電体ブロック55の背面は、ホルダー本体54の前面と同様の形状及び大きさであり、ホルダー本体54の前面に突き合わせるようにして設けられている。そして、この誘電体ブロック55の前面には、電極板4が設けられている。

【0057】電極板4は、上述した第一第二の実施形態と同様にプロセスガスの導入経路に兼用されている。第三の実施形態では、ホルダー本体54に直流電圧が印加されるよう構成されているため、プロセスガス導入系12の配管121は、ホルダー本体54と絶縁されるようになっている。具体的には、ホルダー本体54の内部を貫通するように絶縁管122が設けられており、配管121はこの絶縁管122の内部を通じて電極板4に接続されている。配管121と、電極板4とが接続する部分には、継手123が設けられている。継手123はアルミナ等の絶縁材料で形成されている。これは、プラズマから電極板4に入射する電子やイオンによる電流が配管121を通してスイッチ71側に電流が流れないようにしている。

【0058】第三の実施形態のプラズマ処理装置では、吸着用電源61がホルダー本体54に接続されているため、絶縁管や導入部材等を設ける必要がなく、装置の構成を簡略化することができ、装置のコストの低下を図ることができる。また、第三の実施形態においても、第一第二の実施形態と同様に電極板4は静電吸着されているので、この表面の温度が均一になる。これにより、基板9の表面の温度が均一になり、エッチングを均一に行うことができる。また、電極板4は、局部的に大きな熱応力が電極板4に発生するのが防止され、電極板4の割れが無くなる。さらに、電極板4の温度上昇が低く抑えられ、時間平均温度も一定になるので、良質なエッチングを再現性良く行うことができる。

【0059】上述した各実施形態では、静電吸着機構6は、吸着用電源61として直流電源を使用して吸着電極64に直流電圧を印加し電極板4の静電吸着を行ったが、高周波電源によって吸着電極64に高周波電圧を印加するよう構成しても良い。この場合、電極板4は、誘電体ブロック55の前面に生じる自己バイアス電圧によって吸着される。このような構成は、直流電源を使用した場合よりも入射するイオンが多くなるため、エッチングされる量が多くなり、一枚の電極板4の寿命が短くなってしまう。また、プラズマが生成されないと自己バイアス電圧が生じないため、基板9の処理を行わない間は電極板4が吸着されず電極板4の冷却が充分行われない欠点がある。このような欠点が無い点で、吸着用電源61に直流電源を使用した前述の構成は優れている。

【0060】また、プラズマ形成手段2は、基板ホルダー3に高周波電圧を印加するよう構成したが、補助高周波電源73によって電極板4に高周波電圧を印加してプ

ラズマを形成するよう構成しても良い。また、基板ホルダー3にプラズマ形成のための高周波電圧を印加しない場合、基板9の表面には自己バイアス電圧は生じないが、イオンの入射を必要としない反応性エッチング等に好適に使用することができる。また、電極板4と、基板ホルダー3との両方に高周波電圧を印加するよう構成することもできる。この場合、電極板4に印加された高周波電圧によってプラズマを形成し、基板ホルダー3に印加された高周波電圧によって自己バイアス電圧を生じさせてイオン入射させることができる。尚、各実施形態において電極板4は導体又は半導体より成るものであったが、電極板4が絶縁体より成ることもあり得る。例えば、石英等の酸化シリコン又は窒化シリコン製の電極板4が採用されることもある。

【0061】上述した説明では、プラズマエッチング装置を例にしたが、プラズマ化学蒸着(CVD)装置、プラズマアッシング装置、プラズマ表面窒化装置等の他の各種のプラズマ処理装置についても同様に実施できる。例えばプラズマ化学蒸着装置であれば、シランと水素の混合ガスのような堆積作用のあるガスを導入してプラズマを形成する。また、プラズマアッシング装置の場合、酸素のようなアッシング作用のあるガスを導入してプラズマを形成する。

【0062】

【発明の効果】以上説明した通り、本願の請求項1、2又は3の発明によれば、電極板が電極ホルダーの表面に静電吸着されるため、機械的な取り付け具に比べてより広い面で均一な接触を確保することができる。これにより、電極板の表面の温度が均一になり、基板に対して均一に処理を行うことができる。また、電極板が静電吸着されているため、取り付け具を設けないか又は取り付け具による固定をゆるくすることができ、局部的に大きな熱応力が生じることがない。このため、電極板が割れる等の事故を未然に防ぐことができ、歩留まりの低下を防ぐことができる。また、電極板を静電吸着することにより、取り付け具によって固定した場合に比べて高い接触性を有する部分が広がり、電極板と電極ホルダーとの間の熱伝達効率が向上する。このため、電極板の温度を低く抑えて処理を行うことができる。従って、電極板の温度上昇に起因した処理の劣化や再現性の低下を防止することができる。また、請求項4の発明によれば、上記効果に加え、電極板が電極ホルダーからずれてしまったり、吸着用電源が何かの理由で停止した場合にこの電極板が落下するのを防ぐことができる。このため、電極板が基板上に落下することにより素子が破壊されたり、基板が使用できなくなることによる歩留まりの低下を防ぐことができる。また、電極板を交換する際に仮止めすることができるため、効率よく作業を行うことができる。また、請求項5の発明によれば、上記効果に加え、基板の表面に均一な電界を生じさせることができ、基板の処

17

理を均一に行うことができる。また、処理容器の内部空間が大きくなることなく、この処理容器内を排気する時間が長くなることがない。また、請求項6の発明によれば、上記効果に加え、電極板が電極ホルダーに吸着される力が強くなって、電極板と電極ホルダーとの接触性が高くなり、熱伝達効率がさらに向上する。また、電極板がずれる恐れがない。また、請求項7の発明によれば、上記効果に加え、電極板が冷却されるので、電極板の熱応力が緩和されて電極板の割れ等の恐れがさらに少なくなる。電極板の温度上昇を抑制して、処理速度を高めたり、処理の再現性を向上させたりすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本願発明の第一の実施の形態のプラズマ処理装置の構成を示した正面断面概略図である。

【図2】図2は、図1に示すプラズマ処理装置の要部を示す正面断面概略図である。

【図3】電極板が電極ホルダーに吸着された状態を示す模式図であり、(1)は、電極板が抵抗率 $1.0 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の材料で形成されている場合を示し、(2)は、電極板が抵抗率 $1.0 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の材料で形成されている場合を示す図である。

【図4】電極板の温度変化を示す図であり、(1)は、従来の装置での電極板の温度変化を示し、(2)は、本実施形態の装置での電極板の温度変化を示す。

【図5】第二の実施形態のプラズマ処理装置の要部の構成を示す正面断面概略図である。

【図6】第三の実施形態のプラズマ処理装置の要部の構成を示す正面断面概略図である。

18

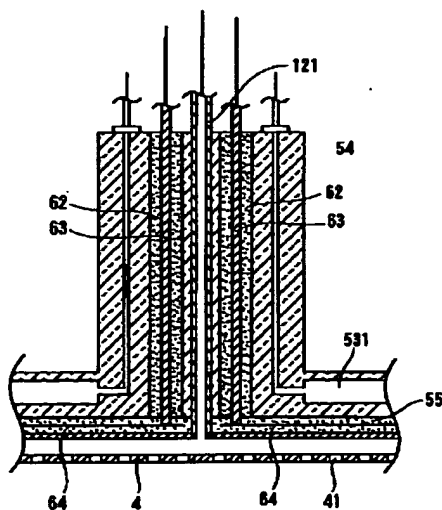
成を示す正面断面概略図である。

【図7】従来のプラズマ処理装置の一例としてのプラズマエッチング装置を示す正面断面概略図である。

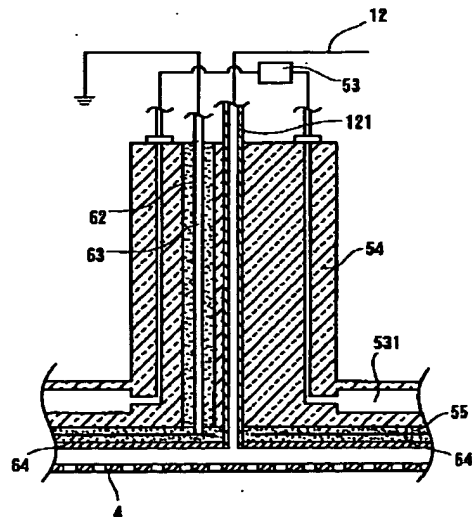
【符号の説明】

- 1 処理容器
- 11 排気系
- 12 プロセスガス導入系
- 3 基板ホルダー
- 31 高周波電源
- 34 補正リング
- 4 電極板
- 41 ガス吹き出し孔
- 5 電極ホルダー
- 51 取り付け具
- 53 冷却機構
- 531 空洞
- 54 ホルダー本体
- 55 誘電体ブロック
- 6 静電吸着機構
- 61 吸着用電源
- 62 絶縁管
- 63 導入部材
- 64 吸着電極
- 8 基板吸着機構
- 81 基板吸着電源
- 82 基板吸着板
- 9 基板

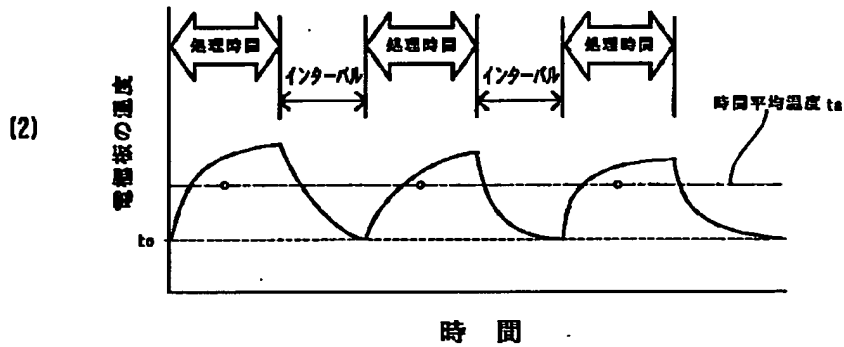
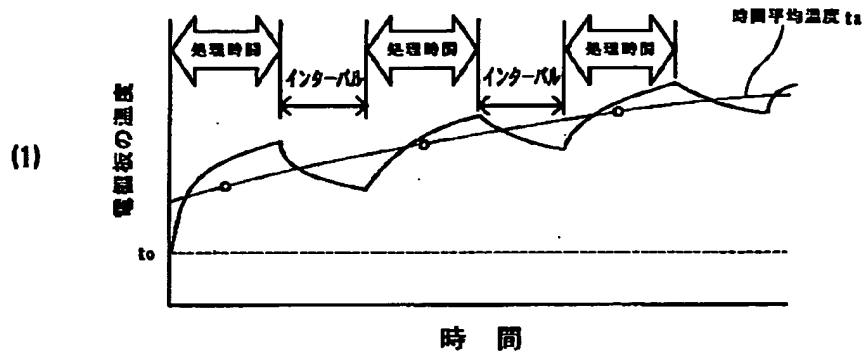
【図2】



【図5】



【図4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4G075 AA24 AA30 BC04 BC06 CA03
 CA25 CA47 CA65 DA02 DA05
 EB01 EB42 EC21 EC25 FC15
 4K030 CA04 FA03 JA10 KA14 KA26
 5F004 AA01 BA04 BB13 BB32 BD01
 BD04 DA16
 5F045 AA08 BB01 DP03 DQ10 EH04
 EH13